

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

NEGATIVNI UTJECAJ AKVAKULTURE NA
MORSKI OKOLIŠ
NEGATIVE IMPACT OF AQUACULTURE ON THE
MARINE ENVIRONMENT
SEMINARSKI RAD

Blaženka Sopina

Preddiplomski studij znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Environmental science)

Mentor : doc. dr. sc. Petar Kružić

Zagreb, 2016.

Sadržaj :

1. Uvod	1
2. Prostorni učinci	1
2.1. Brodarstvo	1
2.2. Turizam.....	2
2.3. Određivanje lokacija.....	2
3. Učinci na kvalitetu vode.....	3
4. Učinci na plankton	4
4.1. Sredozemno more	4
4.2. Mora sjeverne Europe.....	4
5. Učinci na bioraznolikost.....	5
5.1. Alohtone vrste.....	5
5.2. Autohtone vrste.....	5
6. Korištenje kemijskih supstanci.....	6
6.1. Utjecaj na širenje bolesti.....	6
7. Zaključak	7
8. Literatura	8
9. Sažetak	9
10. Summary	9

1. Uvod

Kako ljudska populacija sve više i više raste te se svakim danom približava broju od 7,5 milijardi ljudi (United States Census Bureau, 2016) povećava se potreba novim izvorima hrane. Kao jedna od mogućnost osiguravanja dovoljne količine hrane nameće se pitanje marikulture. Marikultura je dio akvakulture koji se odnosi na umjetan uzgoj organizama u moru. Marikultura je jedan od najbrže rastućih sektora u proizvodnji hrane sa rastom od 8,6% godišnje od 1980. Riba iz uzgoja dosegla je udio od 42,2% od ukupne proizvodnje ribljih proizvoda (FAO, 2012).

Sa porastom proizvodnje usporedno raste rizik koji marikultura predstavlja za ekosustave u kojima je prisutna. Jedan od problema marikulture je pronalazak adekvatnog prostora s obzirom na kompeticiju sa turizmom koji je važni izvor prihoda. Marikultura ima direktan utjecaj na kvalitetu vode u neposrednoj blizini, prisutnost viška nutrijenata što može dovesti do povećane primarne produkcije. Također postoji rizik od uvođenja alohtonih vrsta uslijed bijega iz kaveza. Ako je vrsta autohtona tome području postoji rizik genetičke kontaminacije divljih populacija. Interakcije između populacija pogoduju prenošenju bolesti i parazita. Marikultura se susreće sa brojnim izazovima koji utječu na njezin daljnji razvitak.

2. Prostorni učinci

Pronalazak pogodnih lokacija za uzgoj jedno je glavnih pitanja marikulture. Pitanje prostora na kojem se obavlja djelatnost složeno je iz mnogo razloga. Marikultura se nalazi u direktnoj kompeticiji sa turizmom i brodarstvom za pogodni obalni prostor. Da bi projekt marikulture bio uspješan mora zadovoljavati tehničke, ekonomske i ekološke aspekte (Dempster, 2008).

2.1. Brodarstvo

Brodarstvo označava prijevoz brodovima u komercijalne i privatne svrhe, najčešće korištene brodske rute, položaj luka i lučica, prostor koji zauzimaju brodogradilišta te pomorske vojne baze. Sve navedeno sprječava korištenje dijela obalnog prostora uz koji je direktno vezano. Zbog velike frekvencije brodova na nekom području dolazi do onečišćenja mora benzinom te drugim povezanim kemikalijama što utječe na kvalitetu vode te samim time onemogućava korištenje toga prostora za marikulturu. Male lučice se direktno natječu sa marikulturom zbog lakšeg pristupa infrastrukturi (Dempster, 2008).

2.2. Turizam

Turizam je važan čimbenik u priobalnom prostoru koja generira visoku zaposlenost te sam time diktira uvijete. Turizam sprječava razvoj marikulture zbog vizualnog onečišćenja pogotovo u blizini plaža, masnih mrlja koje ponekad nastaju oko ribogojilišta, brojnih galebova koji se neizbježno pojavljuju uz ribogojilišta te kasnije izmetom onečišćuju obalu i intenzivnog mirisa ribe. Zbog toga marikultura teško nalazi prostor na kojem bi se razvijala (Dempster, 2008).

2.3. Određivanje lokacija

Lokacije za uzgoj određuju se prema prostornim planovima na temelju biofizičkih karakteristika, kriteriji se prilagođavaju ovisno o potrebama određene vrste. Neki generalni uvjeti koji se moraju zadovoljiti su brzina, smjer i trajanje vjetra te amplituda valova kako bi se osigurala fizička zaštita, nadalje strujanje mora kako bi se osigurala dovoljna količina kisika, a infrastruktura samog uzgajališta ne bi bila pod prevelikim pritiskom, također treba misliti i na pridnenu topografiju te dubinu kako bi se osigurala kvaliteta vode (Katavić, 2003). U tablici 1. navedeni su potrebni uvjeti za uzgoj bijele ribe (www.mps.hr).

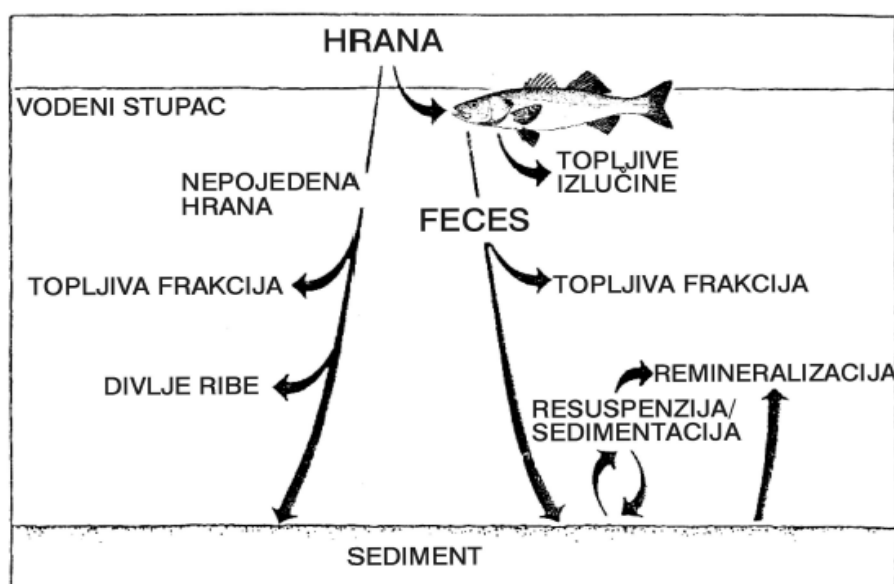
Tablica 1. Ocjena pogodnosti lokacija za kavezni uzgoj bijele ribe preuzeto sa www.mps.hr

KRITERIJ	DOBRO	SREDNJE	LOŠE
Valovi	1-3 m	<1 m	>3 m
Dubina	>3 visine mrežnog tega	2-3 visine mrežnog tega	<2 visine mrežnog tega
Strujanja	>10 cm s-l	5-10 cm s-l	<5 cm s-l
Otopljeni kisik (%)	>90	70-90	<70
Temperatura (°C) max i min	22-25 12	25-27 10	>27 <8
Slanost (‰)	>25	15-25	<15
Struktura i sastav sedimenta	Pjeskovito/šljunkovito	Hridinasto	Muljevito
Trofički status	Oligotrofno	Mezotrofno	Eutrofno
Bentos	Nizak	Umjeren	Razvijen
Predatori	Nema	Rijetki	Učestali

3. Učinci na kvalitetu vode

Ribe kao i mekušci su heterotrofni organizmi koji uzimaju svoju hranu iz okoliša, koriste ju za rast i razvoj te proizvode organski otpad. Do problema dolazi kada raspadanje previše organske tvari uzrokuje manjak kisika u vodi te kada višak nutrijenata uzrokuje povećani rast algi koji dovodi do poremećaja ravnoteže u ekosustavu. Glavni izvor otpada u ribogojilištima dolazi iz hrane: nepojedena hrana, neprobavljena hrana, neprobavljive komponente hrane (Slika 1.). Do viška nepojedene hrane dolazi većinom zbog loše procijene potrebne količine hrane te zbog bolesti ribe koja onda ne pojede predviđenu količinu hrane. Neprobavljena hrana je čest slučaj kod školjkaša (*Bivalvia*) koji imaju nedovoljnu kontrolu nad unosom hrane te četo pojedu preveliku količinu hrane koju kasnije nisu u stanju svu probaviti. Neprobavljive komponente hrane su kompleksne molekule (proteini, ugljikohidrati i lipidi) koji nisu bili apsorbirani tokom probave te se izlučuju fecesom (Dosdat, 2001).

Višak hrane procjenjuje se na 10% sa kompletnim hranivima do 40% pri hranjenju sa svježom ribom. Zbog svega navedenog u neposrednoj blizini kaveza imamo povišene količine dušika i fosfora u sedimentu. Glavni izvor dušika su neprobavljen bjelančevine te izlučivanje dušika putem škrga. Fosfor potječe od raspada suvišne hrane te izmeta. Prema Kataviću (2006) svaka proizvedena tona ribe rezultira sa 98 kilograma dušika te 4 kilograma fosfora u okolišu. Povećane količine dušika i fosfora imaju različiti utjecaj ovisno o produktivnosti mora te ograničavajućem čimbeniku prirodne produkcije.



Slika 1. Ciklus hrane pri kaveznom uzgoju ribe (Katavić, 2003)

4. Učinci na plankton

Odgovor planktona na promijenjene uvjete ovisi o trofiji mora te količini prisutnog dušika i fosfora u prirodnom ciklusu mora. Dodavanje nutrijenata u može rezultirati u povećanom rastu fitoplanktona što dovodi do cvjetanja mora koje onda ne dopušta dovoljan prolaz svjetlosti pa kao posljedicu imamo smanjivanje livada morskih cvjetnica (*Posidonia oceanica*) koje predstavljaju važno stanište za morske organizme (Slika 2.) (Huntington i sur., 2006).

4.1. Sredozemno more

Jadransko more kao i većina Sredozemnog mora je oligotrofni sustav gdje imamo nisku primarnu produkciju, malo nutrijenata te nisku biomasu fitoplanktona. Limitirajući čimbenik prirodne produkcije Jadranskog mora je fosfor. Zbog takvih uvjeta imamo veliku prozirnost mora koja pogoduje fotosintezi na većim dubinama. Visoka prosječna temperatura mora utječe na povećanje metabolizma mikrobioloških zajednica koja svoji vrhunac doseže u proljeće i jesen zbog dostatne količine nutrijenata u fotičkom sloju. Tokom ljeta iako imamo dovoljne količine svjetlosti nalazimo nedostatak nutrijenata što dovodi do niske produkcije fitoplanktona. Zbog svega navedenog eutrofikacija koja bi izazvala povećanje mase fitoplanktona se može očekivati samo uz višak fosfat koje dinamika mora neće razrijediti. U većini istraživanja u Sredozemlju nije dokazana povećana produkcija fitoplanktona koja bi bila povezana sa unosom nutrijenata (Katavić, 2003).

4.2. Mora sjeverne Europe

U morima sjeverne Europe u kojima je primarna produkcija fitoplanktona ograničena dušikom kavezni uzgoj povećava udio dušika u neposrednoj blizini uzgajališta te time povećava i primarnu proizvodnju. Posebice u fjordovima imamo povećanje proizvodnje fitoplanktona zbog slabo izraženog horizontalnog transporta te dinamike vodenih masa koja ne pogoduje razrijeđenu i raspršenju nutrijenata u većim područjima (Kelly i sur., 1996).



Slika 2. Lijevo: Prirodno stanje *Posidonia oceanica* ; Desno: Degradirano stanje *Posidonia oceanica*

5. Učinci na bioraznolikost

Kavezni uzgoj zbog lake dostupnosti hrane privlači veći broj divlje ribe koja se zadržava uz kaveze. Veći broj ribe koja se zadržava uz kaveze te velika prisutnost ribe unutar kaveza privlači veći broj predatora koji mogu oštetiti kaveze. Bijeg vrste koja se uzgaja iz kaveza uslijed morskih oluja, predatora ili nedovoljnog održavanja kaveza predstavlja opasnost za bioraznolikost toga područja (Huntington i sur., 2006).

5.1. Alohtone vrste

Ako je vrsta koja je pobjegla iz kaveza alohtona dolazimo do mogućnosti da ta vrsta postane invazivna na tome području te poremeti prirodnu ravnotežu. Nisu sve alohtone vrste automatski i invazivne, neće se sve vrste biti sposobne prilagoditi i razmnožavati u novom okolišu. Međutim oko 10% alohtonih vrsta postaju invazivne vrste nanoseći direktnu štetu ekosistemu u kojem su prisutne. Najveći problem invazivnih vrsta je što svojim prisustvom mogu istisnuti autohtone vrste te time dovesti do nestanka endemičnih i ugroženih vrsta koje obitavaju na tome području (Huntington i sur., 2006).

5.2. Autohtone vrste

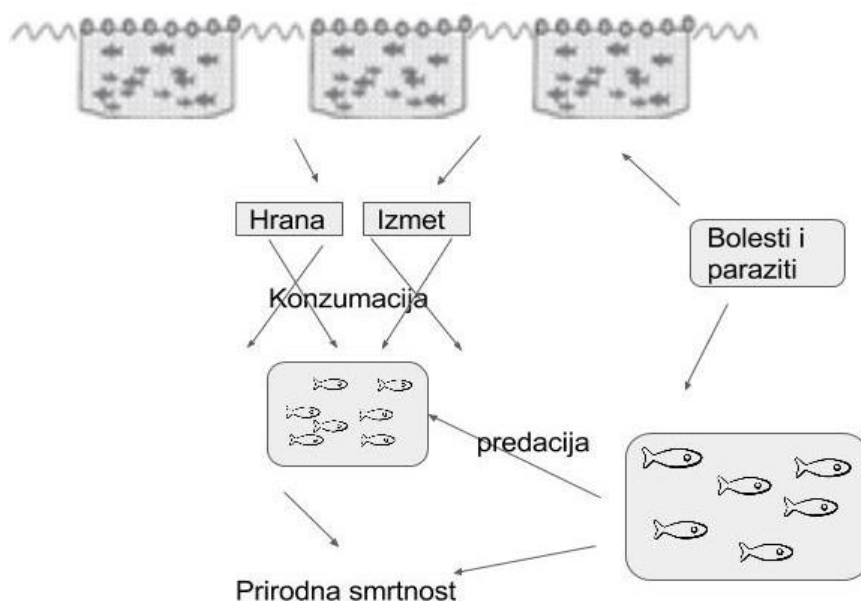
Sa druge strane ako je vrsta koja je pobjegla iz kaveza autohtona postoji mogućnost da će doći do genetičke kontaminacije prirodnih populacija (Dempster, 2008). Do genetičke kontaminacije dolazi iz tri najčešća razloga, riba koja se koristi za kavezni uzgoj najčešće nije iz područja u kojem se uzgaja što znači da se razlikuje od divlje populacije, nadalje populacije koje se koriste kod kaveznog uzgoja su razvijene najčešće samo od nekoliko jedinki što znači da imaju malu genetičku raznolikost što rezultira u nepredvidivim genetičkim promjenama. Uzgoj u laboratoriju često rezultira namjernom/nenamjernom selekcijom što može u kontaktu sa divljim populacijama dovesti do hibridizacije (Huntington i sur., 2006).

6. Korištenje kemijskih supstanci

Marikultura za svoje potrebe koristi različite kemijske supstance koje mogu imati nepredvidive učinke jer većina tih supstanci bila razvijena za agrokulturu i nikada nije bio testiran njihov utjecaj u vodenom okolišu. Većinom su to antibiotici, pesticidi, dodaci prehrani, hormoni, anestetici. Hormoni se koriste kao bi se regulirao reprodukcijski ciklus riba, anestetici se koriste tokom transporta kako bi se smirile životinje, pesticidi se koriste kako bi kontrolirali ektoparaziti na ribama, različiti dodaci prehrani se koriste kao bi se ubrzao rast i razvoj ribe, antibiotici se koriste za kontrolu bolesti (Huntington i sur., 2006).

6.1. Utjecaj na širenje bolesti

Marikultura je jedan od vektora koji pridonosi širenju bolesti i parazita između populacija. Neke bolesti paraziti koje se inače rijetko pojavljuju u divljim populacijama imaju veću stopu pojavljivanja u ribogojilištima zbog velike gustoće populacije na malom prostoru što pogoduje širenju bolesti i parazita (Slika 3.). Veća stopa bolesti ne predstavlja samo prijetnju divljim populacijama nego i direktnu ekonomsku štetu vlasnicima ribogojilišta. Kako bi se kontrolirala pojava bolesti i parazita upotrebljavaju se antibiotici koji izazivaju zabrinutost zbog mogućnosti razvoja rezistentnih bakterija. Pošto postoji jako malo istraživanja o rasprostranjenosti različitih bolesti u morskim ekosustavima jako je teško znati da li se neka bolest prirodno pojavljuje na tome prostoru ili je direktna posljedica marikulture (Huntington i sur., 2006).



Slika 3. Dijagram divljeg staništa oko ribogojilišta, prilagođeno iz Dempster, 2008

7. Zaključak

Marikultura se danas susreće sa brojnim izazovima te ako ne poštuje određene standarde može naštetiti ekosustavu u kojem je prisutna. Jedan od većih izazova je smještaj industrije u obalni prostor tako da se smanje sukobi sa različitim ustaljenim korisnicima, prije svega sa turizmom i brodarstvom. Turizam i marikultura imaju zajednički interes čisti morski okoliš koje pridonosi razvoju obje grane. Marikultura je jedan od najbrže rastućih sektor u industriji hrane koja može djelovati u sinergiji sa turizmom osiguravajući lokalne izvore hrane.

Kvalitetnijim izborom hrane u marikulturi možemo značajno smanjiti udio fosfora i dušika koji su jedni od faktora povećane primarne produkcije. Adekvatnim održavanjem kaveza smanjujemo mogućnost unosa alohtonih vrsta te gensku kontaminaciju divljih populacija. Pravilnim doziranjem kemijskih supstanci i brigom za zdravlje riba umanjujmo mogućnost prijenosa bolesti i parazita između divljih populacija i uzgajane ribe.

Marikultura često ima negativnu percepciju u javnosti kao jedan od industrija koja uvelike pridonosi zagađenju mora, ali ako uzmemo u obzir ostalu industriju koja je povezana s morem marikultura ima samo lokalne negativne ekološke učinke koji mogu biti umanjeni dobrim gospodarenjem ribogojilišta.

8. Literatura

Dempster T., Sanchez-Jerez P., 2008. Coastal aquaculture and marine space planning in Europe: an ecological perspective. In: Holmer M, Black K, Duarte C, Marba N, Karakassis I (eds) Aquaculture in the ecosystem. Springer, Dordrecht, p 87–116

Dosdat A., 2001. Environmental impact of aquaculture in the Mediterranean : Nutritional and feeding aspects. In : Uriarte A. (ed.), Basurco B. (ed.). Environmental impact assessment of Mediterranean aquaculture farms. Zaragoza : CIHEAM, 2001 . p. 23-36 (Cahiers Options Méditerranéennes; no. 55)

FAO <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>

Huntington, T.C., H. Roberts, N. Cousins, V. Pitta, N. Marchesi, A. Sanmamed, T. Hunter-Rowe, T. F. Fernandes, P. Tett, J. McCue and N. Brockie, 2006. Some Aspects of the Environmental Impact of Aquaculture in Sensitive Areas. Report to the DG Fish and Maritime Affairs of the European Commission.

Katavić I., 2006. Rizici eutrofikacije kao posljedica nekontrolirane hranidbe riba u kaveznom uzgoju Krmiva, vol. 48 (2006), 3; 157-164

Katavić I., 2003. Učinci kaveznih uzgajališta riba duž istočne obale Jadrana na morski okoliš Croatian Journal of Fisheries, Vol.61 No.4 Prosinac 2003.

Kelly, L. A., Stellwagen, J. and Bergheim, A., 1996. Waste loadings from a fresh-water Atlantic Salmon farm in Scotland. Water Res. Bull., 32, N5 (oct), 1017-1025.

Ministarstvo poljoprivrede www.mps.hr

United States Census Bureau www.census.gov

9. Sažetak

Marikultura može pomoći zadovoljiti povećane potrebe za hranom koje se neizbježno javljaju sa rastom ljudske populacije. Uz marikulturu se vežu negativne posljedice na bioraznolikost ekosustava u kojima je prisutna. Od sukoba sa drugim korisnicima priobalnog područja, do unosa alohtonih vrsta te povećanje primarne produkcije marikultura se susreće sa negativnom percepcijom u javnosti. Također postoji opasnost širenja bolesti i genske kontaminacije autohtonih vrsta. Unatoč svim nedostacima marikultura ima kontinuirani porast proizvodnje koji ne bi trebao predstavljati negativne učinke na ekosustave ako se svi navedeni problemi uzmu u obzir kod planiranja i provođenja projekata marikulture.

10. Summary

Mariculture can help us appease growing demand for food, which is inevitable consequence of growth of human population. There are negative consequences on biodiversity of ecosystems, which go hand in hand with mariculture. From clashes with other users of littoral, to eutrophication and possibility of alien species the mariculture has a negative image in the public eye. There is also danger from spreading disease and genetic contamination of wild populations. Despite all the negative consequences on the ecosystems mariculture is growing rapidly, if all of the above problems are properly addressed there should not be any obstacles to having sustainable mariculture.